

- Richtung Anode beschleunigt. Ein einzelnes Elektron wird dabei kaum eine Störung hervorrufen. Ist der anodenseitige Isolator wie der kathodenseitige Isolator als in den Innenraum hineinragender Kegelstumpf ausgebildet, dann wird ein auf den Isolator auftreffendes (beispielsweise ein aus dem Metallkolben
- 5 ausgelöstes) Elektron ebenfalls zur Anode hin beschleunigt. Anodenseitig bewegt es sich jedoch auf der Isolatoroberfläche entlang, weil es kein von der Isolatorfläche wegweisendes elektrisches Feld vorfindet. Nach Durchlaufen einer gewissen Strecke hat ein solches Elektron genügend Energie, um weitere Elektronen auszulösen, die ihrerseits wiederum Elektronen auslösen, so dass
- 10 es zu einer auf der Isolatorenoberfläche zur Anode laufenden Elektronenlawine kommt, die eine erhebliche Störung, unter Umständen auch Gasausbrüche oder gar einen Durchschlag des Isolators hervorrufen kann. Je höher die Spannung ist, desto signifikanter wird dieser Effekt. Bei sehr hohen Spannungen kann diese Art der Isolatoren deshalb nicht mehr eingesetzt
- 15 werden. Kathodenseitig tritt dieser Effekt weniger auf, da Elektronen, die kathodenseitig auf die Isolatoroberfläche gelangen oder aus dieser ausgelöst werden, sich durch das Vakuum in Richtung Metallzylinder und nicht entlang der Isolatoroberfläche bewegen. Um den Nachteil am Anodenteil zu umgehen, sind im Stand der Technik verschiedene Lösungen bekannt. Z.B. wird in der
- 20 Offenlegungsschrift DE2506841 vorgeschlagen, kathodenseitig den Isolator derart auszugestalten, dass zwischen dem Isolator und der Röhre ein konischer Hohlraum entsteht. Eine andere Lösung des Standes der Technik wird z.B. in der Patentschrift EP0215034 gezeigt, wo der scheibenförmige Isolator gegen den Metallzylinder hin treppenförmig abgestuft ist. Eine weitere Lösung des
- 25 Standes der Technik wird im Patent US5402464 gezeigt, wo der Isolator trapezförmig ausgestaltet ist und von einer gewölbten Metallmanschette in einen inneren und einen äusseren Teil geteilt wird. Eine weiter Lösung des Standes der Technik wird in der Patentschrift DE19800766 gezeigt, wo der Isolator gegenläufige Neigungen umfasst und von einer metallischen
- 30 Metallmanschette in einen inneren und äusseren Teil geteilt wird. Es hat sich jedoch gezeigt, dass all die im Stand der Technik gezeigten Lösungen bei hohen Spannungen, d.h. beispielsweise über 150 kV, Störungen aufweisen, die u.a. zu einer vorzeitigen Alterung des Materials führen und Gasausbrüche und/oder Durchbrüche des Isolators erzeugen können. Somit sind die im Stand
- 35 der Technik bekannten Isolatoren für viele moderne Anwendungen der

3a

Röntgenröhren mit sehr hohen Spannungen (>200 kV) nur schlecht verwendbar.

- Es ist eine Aufgabe dieser Erfindung, neue Isolatoren für Hochspannungs-Vakuumröhren und ein Verfahren zur Herstellung solcher Isolatoren vorzuschlagen, die die oben beschriebenen Nachteile nicht
- 5

- aufweisen. Insbesondere soll auch bei sehr hohen Spannungen bei kleiner oder kompakter Bauweise eine lange Lebensdauer und ein störungsfreier Betrieb garantiert sein. Die Hochspannungs-Vakuumröhren sind u.a. zur Verwendung als Röntgenröhren zum Durchleuchten von Gepäckstücken und/oder
- 5 Transportcontainern etc. gedacht und sollen den dort benötigten industriellen Ansprüchen genügen.

Gemäss der vorliegenden Erfindung werden diese Ziele insbesondere durch die Elemente der unabhängigen Ansprüche erreicht. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen gehen ausserdem aus den abhängigen Ansprüchen 10 und der Beschreibung hervor.

Insbesondere werden diese Ziele dadurch erreicht, dass bei einer Hochspannungs-Vakuumröhre eine Anode und eine Kathode in einem vakuumisierten Innerraum einander gegenüberliegend angeordnet sind, dass der vakuumisierte Innenraum durch ein zylindrisches Metallgehäuse 15 umschlossen ist, und dass die Anode und/oder die Kathode mittels eines ringförmigen Isolators elektrisch isoliert sind, wobei der ringförmige Isolator einen zylindrischen Teil umfasst und in Richtung des vakuumisierten Innerraums buckelförmig einfach gewölbt ausgebildet ist, wobei die Wölbung in Richtung vakuumisierten Innerraum einen bezüglich der 20 Rotationssymmetriearchse des ringförmigen Isolators geneigten Frontbereich und zwei Seitenbereiche umfasst, wobei der geneigte Frontbereich des ringförmigen Isolators der Anode zum Scheibenzentrum des ringförmigen Isolators hin geneigt ist, und wobei der geneigte Frontbereich des ringförmigen Isolators der Kathode vom Scheibenzentrum des ringförmigen Isolators weg geneigt ist. Die 25 Wölbung wird im Wesentlichen durch Winkel  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  eines verkürzten Seitenbereiches, eines überhöhten Seitenbereiches, sowie des Frontbereichs charakterisiert, wobei der Winkel  $\alpha$  zwischen der Achsenrichtung des ringförmigen Isolators und dem überhöhten Seitenbereich zwischen  $10^\circ$  und  $25^\circ$  liegt, und wobei der Winkel  $\beta$  des Frontbereichs zur Senkrechten auf die 30 Achsenrichtung des ringförmigen Isolators zwischen  $10^\circ$  und  $25^\circ$  liegt, und wobei der Winkel  $\gamma$  zwischen dem verkürzten Seitenbereich zur Achsenrichtung des ringförmigen Isolators zwischen  $10^\circ$  und  $25^\circ$  liegt. Insbesondere kann der(die) Isolator(en) erfindungsgemäss wahlweise entweder nur kathodenseitig,

- oder nur anodenseitig oder beidseitig, d.h. auf Seiten der Anode und auf Seiten der Kathode, ausgebildet sein. Jeweils ein Seitenbereich eines Isolators ist zur jeweiligen negativen Elektrode hingeneigt und verläuft über einen grösseren Bereich in dessen Nähe. Bei der Anode bildet die Wand des zylindrischen
- 5 Metallgehäuses die negative Elektrode bezüglich des Isolators, während bei der Kathode die metallische Aussenwand der Kathode die negative Elektrode bezüglich des Isolators bildet. Der Verbindungspunkt zwischen der jeweiligen negativen Elektrode und dem entsprechenden Isolator wird als negativer Tripelpunkt bezeichnet. Die Hochspannungs-Vakuumröhre kann z.B. als eine
- 10 Röntgenröhre verwendet werden. Die oben erwähnte Ausführung hat den Vorteil, dass beim Betrieb durch das entstehende elektrische Feld eine ausserordentlich hohe Stabilität der Röhre erreicht wird, ohne dass es zu Durchbrüchen des Isolators anodenseitig und/oder kathodenseitig, Gasausbrüchen und/oder anderen Störungen kommt. Gleichzeitig kann die
- 15 Röhre bei viel höheren Spannungen und kleinerer bzw. kompakteren Bauweise als herkömmliche Röhren betrieben werden. Die Masse der Röhre und die Spannung am Isolator stehen in einer direkten Beziehung zueinander. Je kleiner die Bauweise, desto grösser muss die Spannungsfestigkeit des Isolators an der Elektrode sein. Die Vorteile einer kleineren und kompakteren Bauweise
- 20 für solche Röhren liegt auf der Hand. Kleiner und kompaktere Röhren sind billiger herzustellen, weniger schwer und einfacher zu handhaben. Dies betrifft z.B. insbesondere eventuell notwendige Bleiabschirmungen etc. Durch die spezielle Form der Isolatoren wird errichtet, dass ein kritischer Teil der Röhre, nämlich der negative Tripelpunkt, an dem, wie erwähnt, die negative
- 25 Metallelektrode, die Keramik und das Vakuum zusammenstossen, und der vornehmlich die Emission von Elektronen begünstigt, elektrisch abgeschirmt wird. Dadurch wird die Elektronenemission unterdrückt. Auf der Kathodenseite befindet sich dieser Tripelpunkt in der löttechnischen Verbindung zwischen dem Isolator und der Hochspannungszuführung im Zentrum des Isolators. Auf der
- 30 Anodenseite hingegen liegt der Tripelpunkt in der löttechnischen Verbindung zwischen dem Ausenumfang des Isolators und dem zylindrischen Metallgehäuse. Die Abschirmung geschieht durch eine erzwungene Aufladung der Keramik in der Umgebung des negativen Tripelpunktes durch emittierte Elektronen. Durch die Formgebung des Isolators entsteht zunächst ein sehr
- 35 hohes Feld im Bereich des Tripelpunktes, welches schon bei tieferen

5a

- Spannungen (z.B. während einer Startphase des Betriebs der Röhre) ausreicht, Elektronen aus dem Metall herauszulösen. Diese Elektronen laden die Keramik so weit auf, dass das elektrische Feld in diesem Bereich derart reduziert wird, dass die Elektronenemission zum Erliegen kommt. Die spezielle Form des Isolators verhindert, dass die Elektronen über die Keramik oder durch das Vakuum auf die positive Gegenelektrode gelangen können. Dadurch wird der Zustand stabilisiert. Durch die geneigte Frontseite wird zusätzlich erreicht, dass

Elektronen, die bei hoher Spannung ausserhalb des oben erwähnten Gebietes aus der negativen metallischen Elektrode herausgelöst werden, direkt durch das Vakuum zur positiven Elektrode gelangen und nicht auf die Keramikoberfläche beschleunigt werden. Dadurch wird eine lawinenartige

- 5 Vervielfachung der freien Elektronen und damit ein heftiger Überschlag durch Sekundärelektronen über die Keramikoberfläche verhindert. Durch die nicht triviale Form des Isolators kann somit die Spannungsfestigkeit und die Lebensdauer der Vakuumröhre signifikant erhöht werden.

In einer Ausführungsvariante können die drei Bereiche der Wölbung

- 10 (überhöhter Seitenbereich, Frontbereich und verkürzter Seitenbereich) jeweils einen tangentialen Übergangsradius von 1 bis 7 mm besitzen. Diese Ausführungsvariante hat u.A. die gleichen Vorteile wie die vorhergehende Ausführungsvariante. Insbesondere können damit Hochspannungs-Vakuumröhren mit Spannungen von mehr als 200kV am Isolator betrieben
- 15 werden, ohne dass es zu Störungen oder Ausfällen durch Sekundärelektronen kommt. Solche Röhren können bei der erwähnten Spannung bei maximalen Durchmessern der Isolatoren von 150mm gebaut werden, was die erwähnten Vorteile betreffend Herstellungs- und Transportkosten etc., Gewicht und Handlichkeit bringt.

- 20 In einer anderen Ausführungsvariante umfasst der ringförmige Isolator zwischen dem überhöhten Seitenbereich und dem bezüglich der Senkrechten zur Achsenrichtung des ringförmigen Isolators geneigten Frontbereich einen vierten Bereich, der im Wesentlichen senkrecht zur Achse des ringförmigen Isolators in Richtung vakuumisierten Innenraum weist und der zum überhöhten Seitenbereich sowie zum Frontbereich einen tangentialen Übergangsradius von 1 bis 7 mm besitzt. Diese Ausführungsvariante hat u.a. die gleichen Vorteile wie die vorhergehende Ausführungsvariante.
- 25

Betriebsspannungen von mindestens 200 kV am Isolator anlegbar sind. Diese Ausführungsvariante hat u.a. den Vorteil, dass sie für besondere Anwendungen in der Industrie, wie z.B. dem Durchleuchten von Transportcontainern an Zöllen und Flughäfen etc. die benötigte Leistung erbringen kann.

- 5           An dieser Stelle soll festgehalten werden, dass sich die vorliegende Erfindung neben dem erfindungsgemäßen Verfahren auch auf ein System zur Ausführung dieses Verfahrens bezieht.

- Nachfolgend werden Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung anhand von Beispielen beschrieben. Die Beispiele der Ausführungen  
10          werden durch folgende beigelegten Figuren illustriert:

Figur 1 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer Röntgenröhre des Standes der Technik zeigt. Der ringförmige Isolator 10 ist dabei gegen das zylindrische Metallgehäuse 1, sowie gegen die Elektrode 2 treppenförmig abgestuft 101, um das Erzeugen von  
15          Sekundärelektronen zu vermindern.

Figur 2 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer anderen Ausbildung einer Röntgenröhre des Standes der Technik zeigt. Der ringförmige Isolator 11 zeigt dabei gegen das zylindrische Metallgehäuse 1 hin eine Erhöhung 110 mit einer Vertiefung 111 beim  
20          Übergang zum Metallgehäuse 1.

Figur 3 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer anderen Ausbildung einer Röntgenröhre des Standes der Technik zeigt. Der ringförmige Isolator 12 zeigt dabei gegen das zylindrische Metallgehäuse 1 hin eine Erhöhung 120 mit einer Vertiefung 121 beim  
25          Übergang zum Metallgehäuse 1. Das Metallgehäuse 1 ist auf der Höhe der Erhöhung 120 radial gegen aussen ausgebaucht 122.

Figur 4 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer ähnlichen Röntgenröhre wie bei Figur 1 des Standes der Technik zeigt. Der ringförmige Isolator 14 ist dabei gegen das zylindrische

Metallgehäuse 1, sowie gegen die Elektrode 2 jeweils einfach treppenförmig abgestuft, um das Erzeugen von Sekundärelektronen zu vermindern. Wie aus der Darstellung ersichtlich ist der ringförmige Isolator 14 auf Seiten der Anode 3 und der Kathode 4 identisch. Zwischen Anode 3 und Katode 4 befindet sich 5 eine Elektronenblende 5 um etwaige Streuelektronen weiter zu vermindern.

Figur 5 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer weiteren Ausbildung einer Röntgenröhre des Standes der Technik zeigt. Der Isolator 15 ist dabei konisch an die Wandung der Halterung der Elektrode 2 (Anode oder Kathode) angelegt. Zugleich verjüngt sich das 10 zylindrische Metallgehäuse 1 gegen die Elektrode hin. Solche Ausgestaltungen eignen sich für hohe Spannungen nicht mehr, da sie bei hohen Spannungen instabil gegen Sekundärelektronen werden.

Figur 6 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer Ausbildung einer erfindungsgemässen Röntgenröhre zeigt. 15 Der ringförmige Isolator ist buckelförmig mit den charakterisierenden Winkeln  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  ausgebildet. Der anodenseitige Isolator 22 hat eine gegen die Anode 3 geneigte Frontfläche 31, während der kathodenseitige Isolator 21 eine gegen das zylindrische Metallgehäuse weisende Frontfläche 31 hat.

Figur 7 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen 20 Querschnitt eines erfindungsgemässen, kathodenseitigen, ringförmigen Isolators 21 zeigt. Der Isolator ist buckelförmig mit den charakterisierenden Winkeln  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  ausgebildet.

Figur 8 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt eines erfindungsgemässen, anodenseitigen, ringförmigen Isolators 25 21 zeigt. Der Isolator ist buckelförmig mit den charakterisierenden Winkeln  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  ausgebildet.

Figur 9 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch den Verlauf der Äquipotentiallinien 40 auf Seiten der Anode 3 bei angelegter Betriebsspannung darstellt. Die Buckelform des Isolators 22 beeinflusst den 30 Verlauf der Feldlinien 40 dermassen, dass auf Seiten des zylindrischen

- Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass eine Hochspannungs-Vakuumröhre 9 den erfindungsgemässen Isolator 21/22 nicht unbedingt beidseitig, d.h. bei der Anode 3 und der Kathode 4, umfassen muss. Im Gegenteil ist es durchaus möglich, dass der Isolator 21/22 nur an einer der
- 5 Elektroden 3/4 gegeben ist, während die andere Elektrode 3/4 einen anders geformten Isolator oder gar keinen aufweist. Ebenso kann es je nach Anordnung der Hochspannungs-Vakuumröhre 9 sinnvoll sein, z.B. eine Elektronenblende 5 zur Verminderung von Sekundärelektronen der Vorrichtung beizufügen. Weiter ist anzufügen, dass sich die erfindungsgemässen
  - 10 Röntgenröhre insbesondere zur Verwendung in einer Gepäckdurchleuchtungsvorrichtung eignet. Besonders Durchleuchtungsvorrichtungen für Transportcontainer und/oder Transportbehältern gehören mit ihrem hohen Bedarf an Strahlungsleistung zu den idealen Einsatzgebieten für die erfindungsgemässen Hochspannungs-
  - 15 Vakuumröhren bzw. Röntgenröhren.

- Figur 1 bis 4 zeigen schematisch Beispiele von Röntgenröhren des Standes der Technik. Die ringförmigen Isolatoren 10/11/12/14 sind dabei gegen das zylindrische Metallgehäuse 1 und/oder gegen die Elektrode 2 treppenförmig abgestuft 101, mit Erhöhung 110/120 und/oder einfachen oder mehrfachen
- 20 Vertiefungen 111/121/141 und/oder Ausbauchungen 122. Wie aus den Darstellungen ersichtlich ist, ist der ringförmige Isolator 14 auf Seiten der Anode 3 und der Kathode 4 jeweils identisch. Zwischen Anode 3 und Katode 4 kann sich eine Elektronenblende 5 befinden um etwaige Streuelektronen weiter zu vermindern. Figur 5 zeigt eine weitere Ausbildung einer Röntgenröhre des
  - 25 Standes der Technik. Der Isolator 15 ist dabei konisch an die Wandung der Halterung der Elektrode 2 (Anode oder Kathode) angelegt. Zugleich verjüngt sich das zylindrische Metallgehäuse 1 gegen die Elektrode hin. Insbesondere solche Ausgestaltungen eignen sich für hohe Spannungen nicht mehr, da sie bei hohen Spannungen instabil gegen Sekundärelektronen werden.

### Ansprüche

1. Hochspannungs-Vakuumröhre (9), bei welcher eine Anode (3) und eine Kathode (4) in einem vakuumisierten Innenraum (6) einander gegenüberliegend angeordnet sind und welcher vakuumisierte Innenraum (6)
  - 5 durch ein zylindrisches Metallgehäuse (1) umschlossen ist, wobei die Anode (3) und/oder die Kathode (4) mittels eines ringförmigen Isolators (21/22) elektrisch isoliert sind, wobei der ringförmige Isolator (21/22) einen zylindrischen Teil (23/24) umfasst und in Richtung des vakuumisierten Innerraums (6) buckelförmig einfach gewölbt ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet,
- 10 dass die Wölbung in Richtung vakuumisierten Innerraum (6) einen geneigten Frontbereich (31), einen verkürzten Seitenbereich (30) und einen erhöhten Seitenbereich (33) umfasst, wobei die Wölbung im Wesentlichen durch Winkel  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  des überhöhten Seitenbereiches (33), des Frontbereichs (31) und des verkürzten Seitenbereiches (30) charakterisiert ist,
- 15 dass der besagte geneigte Frontbereich (31) des ringförmigen Isolators (21/22) bei anodenseitiger Ausbildung zum Scheibenzentrum (7) des ringförmigen Isolators (22) hin geneigt ist beziehungsweise bei kathodenseitiger Ausbildung vom Scheibenzentrum (7) des ringförmigen Isolators (21/22) weg geneigt ist,
- 20 dass der Winkel  $\gamma$  zwischen der Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) und dem verkürzten Seitenbereich (30) zwischen 10° und 25° liegt,
- 25 dass der Winkel  $\beta$  des Frontbereichs (31) zur Senkrechten (8) auf die Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) zwischen 10° und 25° liegt, und
- dass der Winkel  $\alpha$  zwischen dem überhöhten Seitenbereich zur Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) zwischen 10° und 25° liegt.

2. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Bereiche (30/31/33) jeweils einen tangentialen Übergangsradius (R1/R3) von 1 bis 7 mm besitzen.

3. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Isolator (21/22) zwischen dem überhöhten Seitenbereich (33) und dem bezüglich der Senkrechten (8) zur Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) geneigten Frontbereich (31) einen vierten Bereich (32) umfasst, der im wesentlichen senkrecht (8) zur Achse (7) des ringförmigen Isolators (21/22) in Richtung des vakuumisierten Innenraums (6) weist und der zum überhöhten Seitenbereich (33) sowie zum Frontbereich (31) einen tangentialen Übergangsradius (R2/R3) von 1 bis 7 mm besitzt.

4. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der überhöhte Seitenbereich (33) mindestens 2 Mal weiter als der verkürzte Seitenbereich (30) in den vakuumisierten Innenraum (6) ragt.

5. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der überhöhte Seitenbereich (33) gegen die Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) einen sich verjüngenden Auslauf besitzt.

6. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der verkürzte Seitenbereich (30) gegen die Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) einen sich verjüngenden Auslauf besitzt.

- 25 7. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Isolator (21/22) im Wesentlichen aus einem isolierenden Keramikmaterial besteht.

8. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramikmaterial des ringförmigen Isolators (21/22) mindestens aus 95 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  besteht.
9. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kathode (4) auf der Aussenwand (411) gegen den ringförmigen Isolator (21) einen elektropolierten und/oder mechanisch polierten Metallzylinder (412) umfasst.
10. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochspannungs-Vakuumröhre (9) eine Stromversorgungsvorrichtung umfasst, mittels welcher Betriebsspannungen von mindestens 200 kV am Isolator anlegbar sind.
11. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochspannungs-Vakuumröhre (9) eine Röntgenröhre ist.
12. Verfahren zum Herstellen einer Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung des ringförmigen Isolators (21/22) ein Pressdruck von mindestens 1000 bar verwendet wird.
13. Gepäckdurchleuchtungsvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Vorrichtung zum Erzeugen von Röntgenstrahlen umfasst, wobei die Vorrichtung zum Erzeugen von Röntgenstrahlen mindestens eine Stromversorgungsvorrichtung, mittels welcher Betriebsspannungen von mindestens 200 kV erzeugbar sind, sowie eine oder mehrere Röntgenröhren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 umfasst.
14. Durchleuchtungsvorrichtung für Transportcontainer und/oder Transportbehälter, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Erzeugung von Röntgenstrahlen eine oder mehrere Röntgenröhren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 umfasst.